e-Navigation への貢献

丹羽　康之*

Contribution to e-Navigation

by

Yasuyuki NIWA

1. e-Navigation 戦略

船舶の航行安全については、航行安全小委員会（Sub-committee on Safety of Navigation: NAV 小委員会）が主体となり審議を行っている。NAV 小委員会における近年のトピックスとして「e-Navigation」があげられる。本稿では、e-Navigation の審議状況、当所の貢献および当所で実施された研究との関係について紹介する。

2006 年日本、イギリスをはじめとする 7 カ国が、IMO 海上安全委員会に、技術革新として陸上で爆発的に普及している情報通信技術を海上、船舶にも導入した船陸間通信による航行支援、船上機器であるレーダ、船舶自動識別装置（AIS）、電子海図表示情報システム（ECDIS）等の電子機器の更なる利用の高度化、従来から存在する古く使用頻度が低い搭載義務機器のフェードアウト等を実現する中長期的な計画として「e-Navigation 戦略」策定の共同提案を行い、IMO 及び関連国際機関で検討を開始した。

この e-Navigation は、以下の様に定義されている。

e-Navigation is the harmonized collection, integration, exchange, presentation and analysis of marine information on board and ashore by electronic means to enhance berth to berth navigation and related services for safety and security at sea and protection of the marine environment.

「e-Navigation とは、海上における安全と保安及び海洋環境保護のため、全ての状況における航行とそれに関連する業務を向上させる電子的手段を用いた、船上及び陸上での海事情報の調和した(1)収集、(2)統合、(3)交換、(4)表示及び(5)分析（サービスまたは機能）である。」

e-Navigation 戦略を作成するにあたり、当初は電子航海機器の高度化によるハードウェアのシステム化を想定していたが、技術中心で考えるのではなく、ユーザーニーズに立脚すべきであるとして、以下の項目がハイレベルニーズとして挙げられた。

- 海事情報／データの共通構造の策定
- 標準化された自動報告機能の実現
- 効果的で堅固な通信手段の構築
- 人間中心デザインに基づいた表示
- 良好なヒューマン・マシン・インターフェース
- 複数のデータとシステムの統合・高機能化
- 導入上の問題点の最小化

e-Navigation 戦略は、2 年の歳月をかけ 2008 年に完成した [1]が、具体的な機器の開発や新たな規則の制定の計画ではなく、概念、コンセプトと

＊　運航・物流系
原稿受付　平成 25 年 1 月 15 日
審 査 日　平成 25 年 2 月 15 日

いう形としてのみまとめられた。

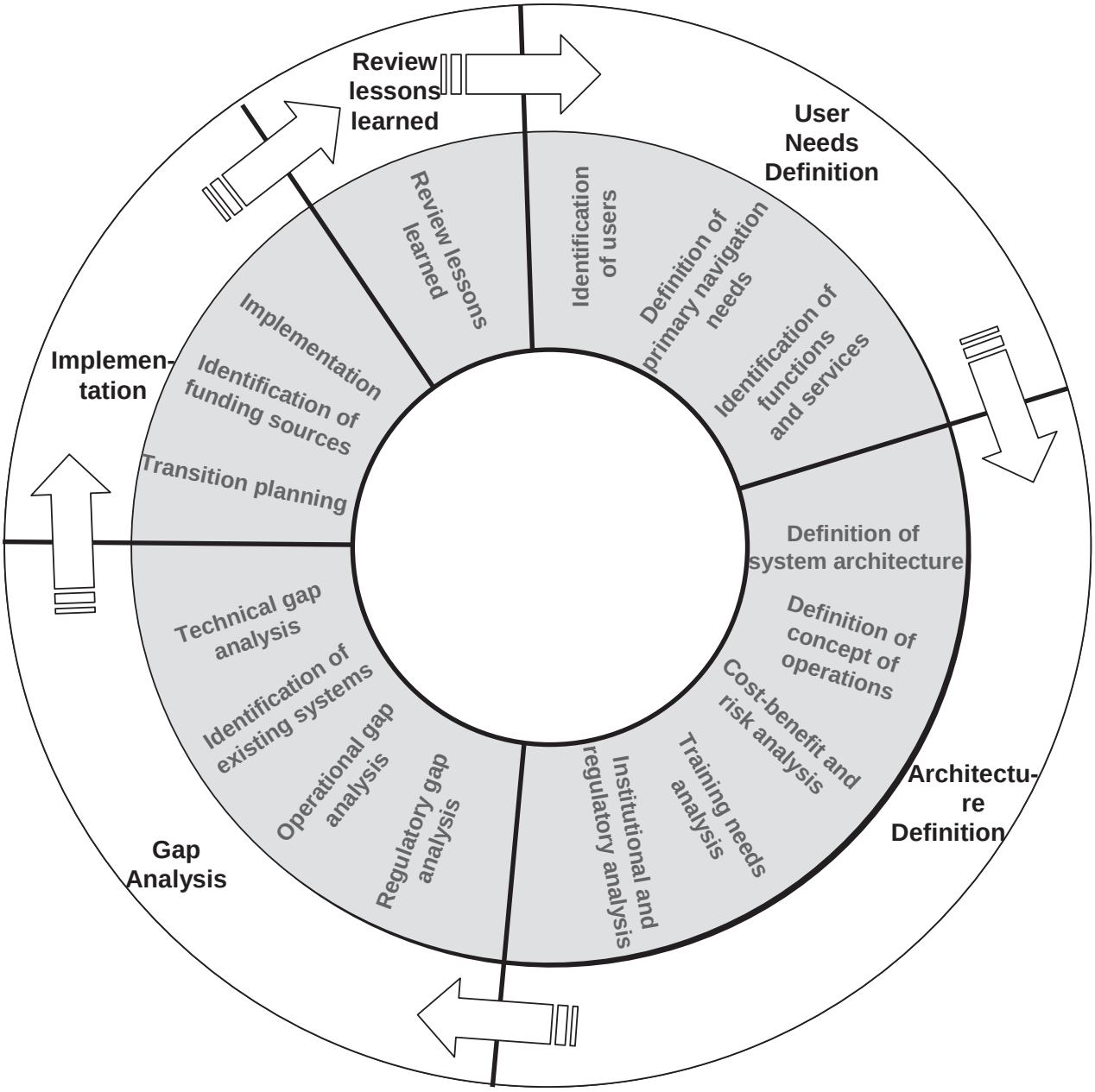
IMO で合意された e-Navigation 戦略の構成は以下の通りである。

1. 定義及び適用範囲
2. e-Navigation の必要性
3. e-Navigation の正当性
4. e-Navigation のビジョン
5. e-Navigation の中核目標
6. e-Navigation の便益
7. e-Navigation の導入及び運用のための基本要件
8. e-Navigation の潜在的ユーザーとハイレベルニーズ
9. 重要な戦略要素及び導入

2. e-Navigation 戦略実施計画の策定

e-Navigation 戦略は完成したものの、具体性がなかったため、更なる検討として e-Navigation 戦略実施計画を策定するため、図－1 に従う以下のステップ [2] で 2012 年を期限として、e-Navigation の具体化を検討することとなった。

1. ユーザーニーズの特定
2. システムの基本構成（アーキテクチャ）
3. ギャップの特定と解決策の抽出
4. 費用対効果の検討（図－1 では、基本構成の中に含まれているが、ギャップの特定の後に検討）
5. 戦略実施計画の策定



図－1　e-Navigation 戦略実施計画策定のステップ

e-Navigation 戦略、及び、e-Navigation 戦略実施計画の策定についても、他の主要議題同様にNAV 小委員会に通信グループ（Correspondence Group: CG）を設置し、検討を進めている。e-Navigation 戦略策定時はイギリスがコーディネータを務め、戦略実施計画の策定ではノルウェーがコーディネータを担当している。

図－2　コーディネータ（ノルウェー）と著者

2.1 ユーザーニーズ

ユーザーニーズは、ドイツによる世界的なアンケート調査 [3]、国際船長協会連盟（IFSMA）による調査 [4]、並びに各国からの提案を基にしてとりまとめられた。このとりまとめでは、ユーザーを(1)船上、(2)陸上、(3)捜索救助に分類し、以下のニーズが挙げられた [5]。

(1)船上ユーザーのニーズ

●ヒューマン・マシン・インターフェース問題
- ・人間工学に基づいた改善（利便性の向上）
- ・標準化されたインターフェース（情報収集・機器操作の標準化）
- ・情報の調和の要求
- ・通信機器を通して受信した情報のユーザー選択による表示（情報過多への対応）
- ・海事安全情報の適切表示
- ・警戒通報管理
- ・情報の信頼性の表示

●運用上の問題
- ・信頼性の改善
- ・航行通報の標準化と報告の自動化
- ・目標物検出の改善
- ・より有効なガードゾーンによる通知
- ・運航管理負荷の低減と電子文書利用の増加
- ・海図や文書の自動更新
- ・有効なかつ強固な通信の確立

(2)陸上ユーザーのニーズ
- ・情報の収集支援
- ・情報の管理支援
- ・船舶への情報供給手段の確立
- ・情報の品質保証の確保
- ・陸上間の情報交換支援
- ・有効なかつ強固な通信の確立

(3)捜索救助ユーザーのニーズ
- ・e-Navigation ドメイン内に含まれる関連情報へのアクセス
- ・有効な通信と情報の共有の確立
- ・遭難通信のための優先権の設定
- ・捜索救助に関連した全ての船上通信機器への詳細アクセスの確立

とりまとめられたユーザーニーズは、それぞれ、正当性、e-Navigation 戦略との関係、考慮すべき問題点等の記述があるが、詳細は割愛する。

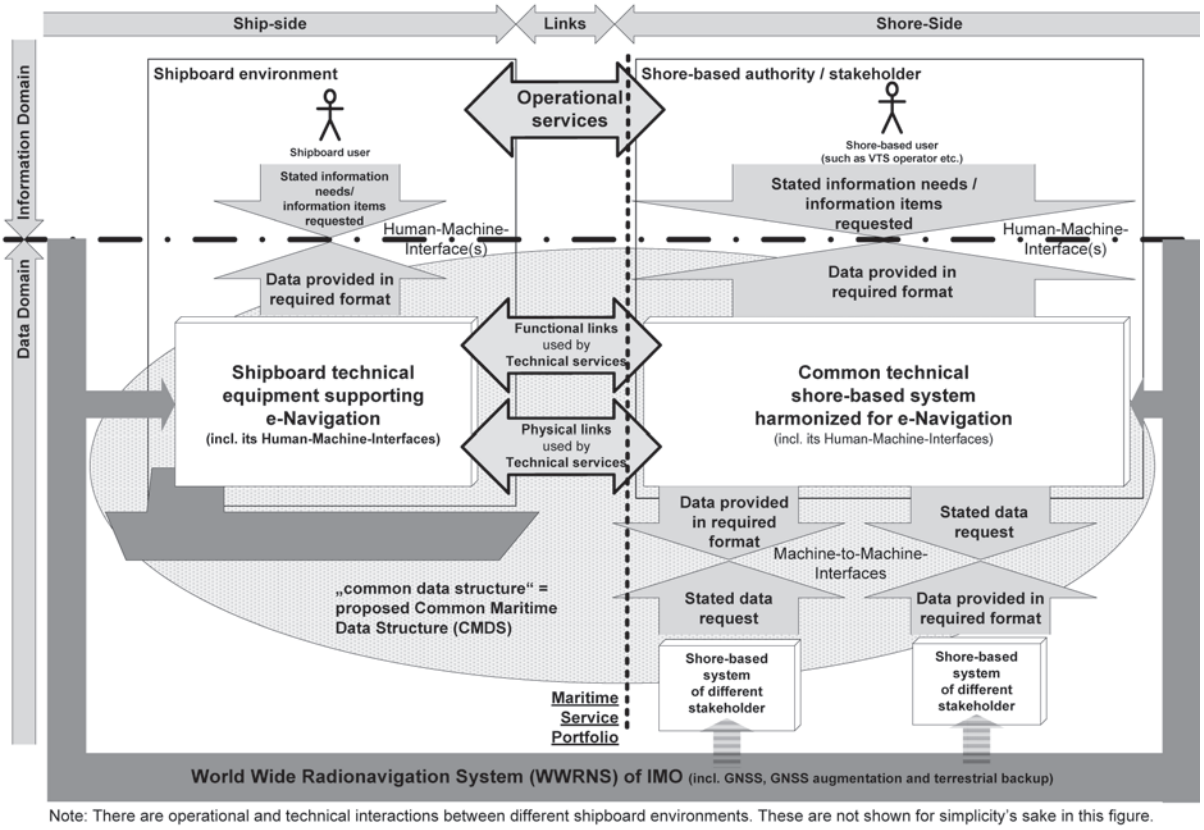
この e-Navigation 戦略実施計画の策定に対応して当所で実施した研究を紹介する。

人間工学に基づいた改善においては、航海支援機器の使い勝手（ユーザビリティ）を評価する手法の必要性を述べ、その手法を提案している。具体的内容については、次章で紹介する。

有効なかつ強固な通信の新しい利用例として、当所は AIS 等による船船間通信を用いて、航行意志の疎通を行うことにより、船舶同士の不確かな情報に基づく操船判断を解消し、お互いが協調して避航動作を行うための支援を行う研究 [5]も行っている。船船間通信の類似研究として、デンマークは船船間で計画航路を交換し合い、計画航路が交差し、衝突のおそれがある場合には、予定を変更して衝突回避を支援するシステムを提案している。また、ウクライナは、ECDIS と AIS とディジタル選択呼出（DSC）を組み合わせて、ECDIS 上の AIS シンボルを選択することにより、DSC で直接通信を行うシステム [7]を提案している。

2.2 基本構成（アーキテクチャ）

e-Navigation 戦略実施計画の策定では、ユーザーニーズの検討に続き、e-Navigation で想定される各種サービスを実現するために必要なインフラ等の基本構成（アーキテクチャ）の検討を行っている。今回の e-Navigation 戦略の実現においては、定義にもあるように海事情報の調和した(1)収集、(2)統合、(3)交換、(4)表示及び(5)分析の実現が必要であり、情報交換が重要な要素の一つとなっている。具体的な通信対象は、船舶局と陸上局となり、この 2 つの通信対象間を双方向で通信する必要があるので、陸陸間（Shore to Shore）、陸船間（Shore to Ship）、船陸間（Ship to Shore）、船船間（Ship to Ship）の 4 つのモードの通信（4S



図－3　アーキテクチャ案

通信）が必要である。この通信網の構成要素と構造、通信内容と対応する通信フォーマットを規定するのがアーキテクチャである。

アーキテクチャについても、CG や NAV 小委員会で検討しているが、大部分は国際航路標識協会（IALA）が主体となり策定した。2011 年時点でのアーキテクチャ[8]を図－3 に示す。

IALA は、e-Navigation に関して e-NAV 委員会を設置するなどして IMO 以上に精力的に活動を行っている。アーキテクチャについては e-NAV 委員会に専門のワーキング・グループを設けて検討が行われた。IALA では、陸上からの情報支援が主目的であるため、船上の機器の具体性は少なく、陸上局同士のデータの供給や受け渡しのフレームワークが中心となっている。図の船陸間を結ぶ“Operational services”について、船舶からの情報収集および陸上からの情報支援の内容とその手法について、詳細検討が行われている。

2.3 ギャップ解析と解決策

次のステップは、ギャップの特定と解決策の抽出であり、ギャップ解析と呼んでいる。ギャップとは、ユーザーニーズで要望されている項目に対する現状および問題点である。

例えば、船船間の航行意志疎通を密にして衝突回避を実現するニーズがある。これは、VHF 通信の呼び出しの煩雑さのため、十分な通信ができていない現状が原因と考えられる。このため、現在よりも容易に航行意志疎通ができる機器や方法の不足がギャップとして挙げられる。

また航海支援機器は、性能基準や試験基準によりその能力は保証されているが、具体的な使用方法は各機器で統一されていないことがあるため、更に使い勝手のよい機器が望まれるというものもギャップである。

ギャップ解析では、まず、ユーザーニーズとの整合性をとりながら、ギャップのリストアップ、次に、そのギャップを解決するための方策として、運用面（Operational）、技術面（Technical）、規則面（Regulatory）、訓練面（Training）の切り口で解決策の検討が行われた。ギャップ解析結果[9]の一例を図－4 に示す（ギャップ解析結果は延べ約 30 ページに及ぶ）。図－4 に示すギャップ例は、通信機器を通して送受信するデータフォーマットの調和の欠如、船舶通報のための標準化されたデータフォーマットの欠如、等であった。また、ギャップの解決策として、以下が挙げられた。

Annex 2: GAP ANALYSIS AND PRACTICAL E-NAVIGATION SOLUTIONS WITH HUMAN ELEMENT CONSIDERING HEAP

USER FIELD

CATEGORY OF GAP ANALYSIS *(COMSAR 15/11 Section 36)*

Sub-category of gap analysis *(COMSAR 15/11 Section 36)*

◦ Related User Needs *(NAV 56/WP.5/Rev.1 Annex 2,3,4)*

(1)SHIPBOARD USER

{1}INFORMATION / DATA MANAGEMENT

[1]Common Data Structure/Harmonized Data Formats

<U01>User-Selectable Presentation of Information Received via Communication Equipment
<U02>Maritime Safety Information(MSI)
<U02-1> Display MSI on navigational system
<U03>Standardized and Automated Reporting
<U04>Reduction of Administrative Burden and Increase use of Electronic Documentation
<U05>Automated Updating of Base Line Data and Documents
<U06>Alert Management

Aspects	Identifier	Identified Gaps (COMSAR 15/11 Annex 1/2/3) (IALA e-NAV9-output-15C) (COMSAR 15/WP.6/Rev.1 Annex 3) (T/E) for Human element (ref. HEAP e-nav table "T" & "E")	Relationship to the strategy: key element	Relationship to the strategy: core objective	Related Functions (NAV 56/WP.5/Rev.1, Annex 1, p. 11-30)	Existing equipment, systems, technologies	Operation Area	Proposed practical e-navigation solutions to address identified gaps: Operational ◦ procedural / automation ◦ Human Element (ref. HEAP e-nav table "R")	Technical ◦ H/W, S/W, equipment, links, etc. ◦ Human Element (ref. HEAP e-nav table "R")	Regulatory ◦ regulation, standard ◦ Human Element (ref. HEAP e-nav table "R")	Training ◦ human element (ref. HEAP e-nav table "R")
Technical	111-Gte01	User Needs : U01, U02-1 Lack of harmonized data formats for the transfer of information received via communication equipment (e.g., Maritime Safety Information, MSI) to the navigational systems for presentation. (T) T000-T01-T02-T03-T04-T11-T27-T33 (E) E14-E24	1,3,5,7	3,5,7,8,10	A2.3	NAVTEX SafetyNet	1,2,3,4,5	◦ (111-Gte01-Sop01) Automatic transfer of information received via communication equipment into the navigational systems for presentation ◦ (111-Gte01-Sop02) Indication or alarm dependent on the priority should be provided in the navigational presentation ◦ (111-Gte01-Sop03) Capable of receiving information through different communication equipment dependent on the service region (HE) OPR1-OPR2-OPR4	◦ (111-Gte01-Ste01) Develop the interface technology between communication equipments and navigational systems ◦ (111-Gte01-Ste02) S/W and H/W modification of communication and navigation equipment for information transfer and presentation ◦ (111-Gte01-Ste03) Development of harmonized data formats in cooperation of involved organizations under the umbrella of IMO(Harmonization group) 1. for data objects 2. for semantic context sentences 3. encoding (HE) TCH1	◦ (111-Gte01-Sre01) International standard for interfacing information received via communication eq. to the navigational systems should be developed newly or by revising IEC 61162 series. ◦ (111-Gte01-Sre02) Revision of NAVTEX and Inmarsat EGC standards for its machine readable function ◦ (111-Gte01-Sre03) Adopt developed data formats for harmonization as a standard of IMO and/or IHO ◦ (111-Gte01-Sre04) Revise the GMDSS regulation and expand the communication equipment for various way dependent service regions considering use of AIS and/or mobile technology (HE) REG1	◦ ~~(111-Gte01-Str01)~~ ◦ (111-Gte01-Str02) Presentation of transferred information should be developed and harmonized with the present presentation standard in view of symbology to support intuitive perception of its meaning.
	111-Gte02	User Needs : U03 There are no standardized data formats established for ship reporting. (T) T12-T21-T27-T33 (E) E14	1,3,5,7	3,5,7,8,10	A16.1, A16.2, A16.3,	Regional standards for ship reporting dependent on flag states	1,2,4	◦ (111-Gte02-Sop01) Semi-automatic transmission of ship reporting with user input and status of ship ◦ (111-Gte02-Sop02) Automatic awakening of mariner for ship report prior to designated location (HE) OPR1-OPR2-OPR4-OPR7	◦ (111-Gte02-Ste01) New data model for ship reporting based on CMDS ◦ (111-Gte02-Ste02) Development of standardized data formats for single and/or automated entry for required reporting information under the umbrella of IMO e.g. safe sea net (HE) TCH1	◦ (111-Gte02-Sre01) Regulation of data structure and model within SOLAS based on CMDS and Data Model ◦ (111-Gte02-Sre02) Technical standard and guidelines for ship reporting data structure recognized internationally (HE) REG1	◦ (111-Gte02-Str01) Develop training course for automated procedure of ship reporting (HE) TRN4
	111-Gte03	User Needs : U04 Lack of harmonized data formats for support of data entry for documentation by means of information requested from other systems. (T) T31-T33 (E) E33	1,3,5,7	3,5,7,8,10	A17	n/a	1,2,3,4,5	◦ (111-Gte03-Sop01) Semi-automatic data entry for documentation(need TBD) using structured data format ◦ (111-Gte03-Sop02) Make a required document by selecting any required contents from the structured data format and contents (HE) OPR1-OPR2-OPR4	◦ (111-Gte03-Ste01) Definition of kinds of documentation and contents or parameter of each one ◦ (111-Gte03-Ste02) Develop the method of entry(e.g.. Keyboard or specific button, etc.) ◦ (111-Gte03-Ste03) New S/W and H/W for data entry on new or exist equipment ◦ (111-Gte03-Ste04) Development of harmonized data exchange formats and development of a dedicated module of the INS (HE) TCH1	◦ (111-Gte03-Sre01) Regulation of the range of data entry activity and item which could be used as a resource of ship reporting or carriage-required publications. ◦ (111-Gte03-Sre02) Technical guidelines or standard for structured data format for entry (HE) REG1	◦ (111-Gte03-Str01) Develop training course for procedure of data entry using harmonized data format and related equipment (HE) TRN4

図－4　ギャップ解析結果の一例

・信頼性の確保、自己診断機能
・データフォーマットの標準化
・インターフェースの標準化
・性能基準の改正
・条約の改正
・表示の標準化
・情報の自動転送
・訓練コースの開発

2012 年の第 58 回 NAV 小委員会において、ギャップ解析結果を基に、解決策の整理が行われ、次の 9 分野 38 件が抽出された。

1. 航海設備及び船橋配置のユーザーフレンドリー化（例：船橋及びワークステーションの人間工学的観点からの改善と調和、航海機器の標準化とシンボルの統一使用の拡張等 9 件）
2. 船舶通報の標準化及び自動化（例：船舶通報のための船舶情報収集の自動化、IMO/FAL 様式と SN.1/Circ.289 に基づく報告様式の標準化等 4 件）
3. 船橋機器・航海情報の信頼性及びレジリエンスの向上（例：関連機器の自己診断機能の標準化、ソフトウェアを含む船橋機器に関する品質、健全性試験等の統一等 4 件）
4. 画像情報の統合（例：海図、レーダ等の情報の統合及び表示の統一、航海及び通信機器に関する規則の調和等 11 件）
5. 船内での情報管理の改善（例：情報の信頼性向上、電子海図及び航海用刊行物等の自動更新及び適宜更新等 4 件）
6. 捜索救助情報へのアクセスの改善（例：捜索救助関係者間のデータ共有とネットワークの自動化、捜索救助情報の自動選択 2 件）
7. 陸上ユーザーと共有する情報の信頼性向上（例：航海システムの品質と健全性に関する陸上監視と通信の有効性の確保）
8. 陸上システムの改善（例：システムの調和、陸上機器の標準化と通信信号の統一化 2 件）
9. 船舶交通サービス（VTS）から提供される情報の改善

2.4 今後の作業

以上が 2012 年に開催された第 58 回 NAV 小委員会までの審議状況である。当初 2012 年を期限として戦略実施計画を作成することとなっていたが、作業に遅れが生じ、2014 年に延長することが決定した。今後の作業は計画に従い、費用対効果の検討を行い、戦略実施計画を作成することとなる。ただし、現時点で戦略の実施計画の具体的イメージ・構成はできていない状況である。

3. e-Navigation の研究

前章は、国際的な e-Navigation の審議状況の紹介であったが、本章では、海技研が関わって実施された研究を紹介する。

3.1 航海支援機器のユーザビリティ評価手法に関する調査研究

e-Navigation 戦略のハイレベルニーズとして「人間中心デザインに基づいた表示」、「良好なヒューマン・マシン・インターフェース」が挙げられているが、このヒューマン・マシン・インターフェースを効果的に評価する手法は確立していない。例えば、ユーザーの声として、船を乗り換えたときにメーカーの違いによる航海支援機器の操作法や表示が異なる場合があるため、統一して欲しいということがしばしば挙げられる。e-Navigation の検討における解決策としては、ユーザーフレンドリー化が求められており、航海支援機器の使い勝手（ユーザビリティ）の向上が求められているが、ユーザビリティの評価方法すら確立されていないのが現状である。

携帯電話やスマートフォンの様にモデルチェンジが頻繁なものは、その度にユーザビリティを含めた改良点をアピールポイントとして販売を行っている。一方、航海支援機器は、開発費、開発時間、販売数の制約から、頻繁にモデルチェンジができない状況である。また、性能基準、試験基準を満たすことが優先されるため、結果としてユーザビリティが犠牲になるケースがある。しかし、e-Navigation への期待には、ユーザビリティがキーワードになる程の期待、ニーズがあるため、当所をはじめとする国内関係者で航海支援機器への適用の取り組みを行った。

具体的には、当所の操船リスクシミュレータを用いて、航海支援機器（レーダ）の使い勝手の評価実験を行うとともに、その知見を利用して、「航海支援機器のユーザビリティ評価手法」を開発し、e-Navigation 戦略の実施計画にガイドライン（以下、ユーザビリティガイドライン）として承認するよう求めている[11)~18)]。

ユーザビリティの評価は、ISO 9241-11 “視覚表示装置（VDTs）を用いたオフィス作業に対する人間工学的要求－第 11 部：ユーザビリティの指針” を参照した。これによるとユーザビリティは、以下の通り定義されている。

・有効さ（effectiveness）：使用者が、指定された目標を達成する上での正確さ及び完全さ。
・効率（efficiency）：使用者が、目標を達成する際に正確さ及び完全さに関連して費やした

資源。

・満足度（satisfaction）：不快さのないこと、及び製品使用に対しての肯定的な態度。

これを航海支援機器のユーザビリティ評価に当てはめると以下の通りとなる。

・有効さ:航海士が航海支援機器を利用する際、その機器の機能の利用が間違いなくできたか（例えば、レーダで他船を捕捉し、捕捉情報を読み取り、衝突のおそれの有無を判断する）

・効率：航海士が航海支援機器を利用する際、その機器の機能を操作した際の時間（例えば、レーダで他船を捕捉してから、衝突のおそれの有無の判断までに要した時間）

・満足度：定量評価ではなく定性評価として、航海士の主観評価とする

以上の項目を評価するための手順書を作成し、ユーザビリティガイドラインを開発した。構成は以下の通りである。

1. 背景

e-Navigation によりユーザビリティの重要性の増大等の背景説明

2. 目的

海上人命安全条約第 V 章で規定される航海支援機器のユーザビリティ確保を確認する

3. 用語の定義

有効さ、効率、満足度等の定義

4. 適用範囲

GUI 機器で、製品とほぼ同様の機器を対象

5. 評価の基本用件

計画→準備→実施→分析、の流れで行う

6. 評価目的と時期設定

利用品質を定量的に把握することを目的とした総括的テストとする

7. 被験者の選定

5～10 人の航海士とし、船上経験（海上履歴・ブランク、船種、総トン数）を考慮する

8. テストタスクの設定

有効さ、効率、満足度を計測できるようにし、テスト時間は、最大 120 分以下に納めること

9. ゴールベース手順によるテストタスクの設定

条約による機器の目的（例えば、レーダなら衝突回避）をゴールとし、その機器の機能要件に基づいたタスクとする

10. テスト準備

進行シートを作成し、時間配分の確認を行う。可能な限り使用環境に近い環境で行う（実船がベストだが現実的にはシミュレータの活用）

11. 進行と記録

進行役（モデレータ）が進行を行い、観察役により、操作に費やした時間等を記録する

12. 評価と分析

有効さ、効率、満足度の判定

13. クライテリア

有効さ、効率、満足度のしきい値の設定

14. 報告書作成

テスト結果のひな形例を提示

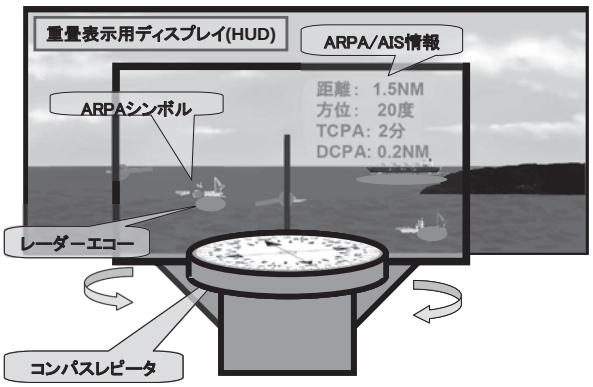
IMO の会議において、日本が提案したユーザビリティガイドラインの必要性を多数の代表団が支持し、2014 年の e-Navigation 戦略実施計画の策定と合わせて、ユーザビリティガイドライン策定を進めている。

3.2 目視認識支援装置による情報の重畳表示に関する研究

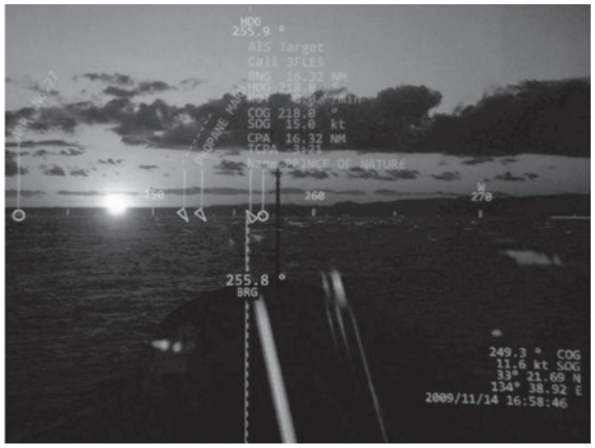
ユーザビリティの他に、情報の表示に関しても、「情報が調和した理解し易い表示」が挙げられていることに着目し、航海関連情報を目視情報に統合する事を目的とした「目視認識支援装置」の開発と評価[19)~21)]を行った。

目視認識支援装置のコンセプトは、図－5 に示すとおり、重畳表示用の透過型ヘッドアップディスプレイ（HUD）に、レーダエコー、AIS シンボル及び情報、ARPA シンボル及び各種文字情報等を表示し、景観に重畳して提示することである。また実際の重畳表示例を図－6 に示す。

本成果の国際的な入力は、IMO ではなく、IALA に対して行った。IALA の e-NAV 委員会では、前述のアーキテクチャの他に複数のワーキング・グループを設置しており、Portrayal と呼ばれる表示に関する専門のワーキング・グループに情報提供を行い、将来の e-Navigation での情報提示の例として、多数の賛同を得た。なお Portrayal ワーキング・グループの副議長に当所運航・物流系福戸淳司運航解析技術研究グループ長が就任し、目視認識支援装置の有効性の情報提供のみならず、将来の情報表示の標準化についても国際的貢献を果たした。



図－5　目視認識支援装置のコンセプト



図－6　目視認識支援装置の重畳表示例

4. おわりに

e-Navigation 戦略の実現のため、その審議は2006 年に始まり、6 年の歳月を費やし、戦略実施計画の策定に更に後 2 年を必要としている。審議状況は、航行全般に関する包括的かつ一般的な議論に終始しているのが実情であり、具体的な姿が見えてこない状況である。しかしながら、ユーザーニーズに基づいたギャップ解析結果により、解決策の概要がわかってきた。今後、解決策を実現するための具体的サービスを選定し、それを実現するアーキテクチャを固め、費用対効果が有効であると判断されれば、実現に向け動いていくこととなる。当所の研究についても、国際動向を見据えつつ、タイムリーに成果を反映させていくことを念頭に置き、研究を進めていく所存である。

謝　辞

e-Navigation戦略と戦略実施計画の検討状況の調査、航海支援機器のユーザビリティガイドラインの検討は、日本財団の助成事業として、（一財）日本船舶技術研究協会の2007～2008年度「航海支援に係る基準に関する調査研究」、2009～2011年度「e-Navigation戦略の実施に関する調査研究」で実施されたものである。

目視認識支援装置の開発は、独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構「運輸分野における基礎的研究推進制度」受託研究として、古野電気（株）、宇部興産海運（株）と共同で実施した。

船船間の航行意志疎通に関する研究は、科学研究費基盤研究（B）（No.22360375）の助成を受けた。

参考文献（IMO 文書以外は斜体で示す）

1) MSC 85/26/Add.1 Annex 20, “STRATEGY FOR THE DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF E-NAVIGATION”, （2009.1）
2) MSC 85/26/Add.1 Annex 21, “FRAMEWORK FOR THE IMPLEMENTATION PROCESS FOR THE E-NAVIGATION STRATEGY”, （2009.1）
3) NAV 55/11/3, “Results of a worldwide e-navigation user needs survey”, Submitted by Germany, （2009.5）
4) NAV 55/INF.7, “Mariner needs for e-navigation”, Submitted by the International Federation of Shipmasters' Associations (IFSMA), （2009.5）
5) NAV 56/WP.5/Rev.1, “DEVELOPMENT OF AN E-NAVIGATION STRATEGY IMPLEMENTATION PLAN, ANNEX 2 SHIPBOARD USER NEEDS AND PRIORITIES, ANNEX 3 SHORE-BASED USER NEEDS, ANNEX 4 SAR AUTHORITY USER NEEDS FOR E-NAVIGATION”, Report of the Working Group, （2010.6）
6) Makiko MINAMI, Yasuyuki NIWA and Junji Fukuto, “Study on Automatic Navigational Intension Exchange Support System” Proceedings of the Asia Navigation Conference 2012 (2012.10), pp.130-137.
7) COMSAR 14/7, “Proposal for simplification of VHF DSC radiocommunication and increasing DSC efficiency”, Submitted by Ukraine, （2009.10）
8) NAV 57/WP.6, “DEVELOPMENT OF AN E-NAVIGATION STRATEGY IMPLEMENTATION PLAN”, Report of the Working Group, （2011.6）
9) NAV 58/6, “Report from the Correspondence Group on e-navigation to NAV 58, Annex 2 GAP ANALYSIS AND PRACTICAL E-NAVIGATION SOLUTIONS WITH HUMAN ELEMENT CONSIDERING HEAP”, Submitted by Norway, （2012.5）
10) NAV 58/WP.6/Rev.1, “E-NAVIGATION, ANNEX 2 PRELIMINARY LIST OF POTENTIAL E-NAVIGATION SOLUTIONS”, Report of the Working Group, （2012.6）
11) NAV 56/8/9, “Usability assessment

methodology for navigational equipment", Submitted by Japan, （2010.5）

12)NAV 56/INF.13, "Background of the Development of the preliminary draft guidelines for usability evaluation of navigational equipment", Submitted by Japan, （2010.5）

13)NAV 57/6/5, "Proposal for a way forward on the development of usability assessment methodology for navigational equipment", Submitted by Japan, （2011.4）

14)NAV 57/INF.7, "Preliminary Draft Guidelines for Usability Evaluation of Navigational Equipment", Submitted by Japan, （2011.4）

15)NAV 57/INF.8, "Sample summary report of usability test", Submitted by Japan, （2011.4）

16)NAV 58/6/6, "Proposal for structure of and how to utilize guidelines for usability evaluation", Submitted by Japan, （2012.4）

17)NAV 58/INF.12, "Example for application of goal-based procedures for test task set-up in case of ECDIS", Submitted by Japan, （2012.4）

18)NAV 58/INF.13, "Draft Interim Guidelines for Usability Evaluation of Navigational Equipment in final form", Submitted by Japan, （2012.4）

19)疋田賢次郎、三友信夫、福戸淳司、吉村健志：目視によるレーダーターゲット捕捉・認識支援機器の開発、日本航海学会論文集、第 121 号（2009.9）、pp.7-12

20)疋田賢次郎、福戸淳司、沼野正義、中藤雅範：目視認識支援装置の開発、日本航海学会論文集、第 122 号（2010.3）、pp.7-13

21)疋田賢次郎、吉村健志、福戸淳司、沼野正義：目視認識支援装置の評価、日本航海学会論文集、第 125 号（2011.9）、pp.1-8